

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ НАГРЕВАТЕЛЯ ЭКСТРУДЕРА

Тхан В.З., Берчук Д.Ю.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики  
dungvietthan@gmail.com

### Введение

Для настройки регуляторов автоматического управления в системах, находящихся в эксплуатации, необходимо иметь информацию о свойствах и параметрах объекта управления. Ее можно получить аналитическим путем на основе законов, описывающих процессы, протекающие в исследуемом объекте. Данный метод имеет много достоинств в отношении задачи получения модели объекта и, особенно, в отношении точности ее структуры. К сожалению, это не относится к численным значениям параметров, так как используемые паспортные данные изделия являются усредненными. Они не учитывают индивидуальные особенности конкретного образца и потому получаемые модели могут иметь значительные погрешности.

В этом отношении определенными преимуществами обладает экспериментальный путь формирования моделей объектов. Он позволяет зафиксировать параметры объекта, существующие на момент эксперимента на конкретной установке.

### Подстановка задачи

В процессе работы экструдера происходит процесс тепловой передачи, который характеризуется значительной инертностью и наличием запаздывания, поэтому для исследований в качестве объекта регулирования выбрана температура расплава в шнеке экструдера. Этот параметр прямо влияет на качество диаметра пластиковой нити. Для настройки и управления нужно иметь необходимую информацию об объекте, в том числе передаточную функцию.

Структура передаточной функции объекта управления в большинстве случаев неизвестна или неизвестны значения ее параметров. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию системы автоматического регулирования объекта, необходимо провести его исследование, в частности, определить его параметры.

Определение передаточных функций объектов управления может выполняться как аналитическим, так и экспериментальным методами. Аналитический метод требует досконального изучения внутреннего устройства объекта, всех физических процессов, происходящих в нем, использования больших вычислительных мощностей, математический аппарат и, как правило, применяется к объектам уникальным, сложным, дорогостоящим.

Поэтому в большинстве случаев используют экспериментальный метод. Суть экспериментального метода заключается в подаче некоторого входного импульса на вход объекта и мониторинга изменений на выходе объекта, затем экспериментальные данные обрабатываются установленными методами.

### Описание эксперимента

При воздействии на входную величину объекта выходная величина изменяется от начального значения до конечного установившегося значения в виде временной характеристики объекта. Такую зависимость называют переходным процессом и, обычно, фиксируют в виде временной диаграммы  $h(t)$ , содержащей всю необходимую информацию для определения структурной передаточной функции объекта и её параметров.

Для исследования объекта и определения его передаточной функции была разработана экспериментальная схема, представленная на рисунке 1.

Устройство состоит из следующих элементов:  
-хомутовый нагреватель тип DGS 450;  
-измеритель-регулятора ОВЕН ТРМ212;  
-преобразователя интерфейсов АС;  
-компьютер для хранения данных.

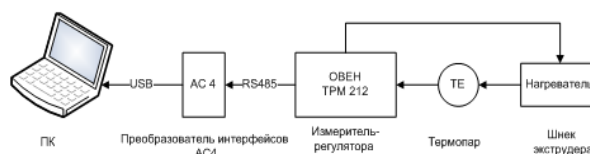


Рисунок 1 - Функциональная схема подключения приборов

Ход эксперимента заключается в следующем:

При автоматизации процесса экструзии в зоне нагрева шнека требуется поддерживать заданную температуру на фильере.

На вход нагревателя подаем напряжение от нуля, измеритель показывает значение температуры на выходе равное комнатной температуре. Температура измеряется термопарой и отображается на индикаторе измерителя-регулятора ТРМ212.

Измеритель-регулятор в комплекте с первичным преобразователем предназначены для измерения физического параметра контролируемого объекта, отображения измеренного параметра на встроенном цифровом индикаторе; а также для формирования сигналов управления

встроенными выходными устройствами, которые осуществляют регулирование измеряемого параметра.

Преобразователь интерфейсов АС4 представляет собой устройство для взаимного электрического преобразования сигналов интерфейсов RS232 и RS485, обеспечивающее гальваническую изоляцию входов между собой и от питающей сети. Преобразователь позволяет подключать к промышленной информационной сети RS485.

Персональный компьютер предназначен для управления, контроля, сбора и сохранения данных о ходе эксперимента, и визуализации процесса выполнения исследования.

В результате проведенного эксперимента был получен график переходной характеристики объекта  $T(t)$ . При определении временной переходной характеристики объекта управления, воздействие является изменяемой входной величиной, в данном случае – напряжением на входе нагревателя. Выходная величина объекта – температура, при этом также изменяется от начального установившегося значения до конечного значения. Кривая временной переходной характеристикой объекта управления представлена на рисунке 2.

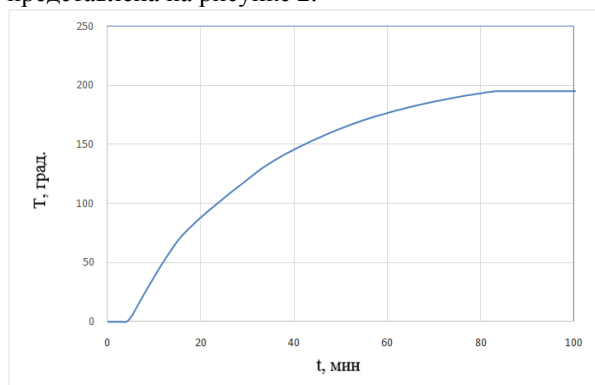


Рисунок 2 - Переходная характеристика нагревательного элемента

Для определения передаточной функции объекта используется вещественный интерполяционный метод (ВИМ).

Метод ВИМ базируется на вещественном интегральном преобразовании

$$F(\delta) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-\delta t} dt, \delta \in [C, \infty), C \geq 0, \quad (1)$$

которое ставит в соответствие оригиналу  $f(t)$  изображение  $F(\delta)$  в виде функции вещественной переменной  $\delta$ . Формулу прямого преобразования (1) можно рассматривать как частный случай прямого преобразования Лапласа при замене комплексной переменной  $p = \delta + j\omega$  на вещественную  $\delta$ . Еще один шаг, направленный на развитие инструментария метода, - переход от непрерывных функций  $F(\delta)$  к их дискретным аналогам с целью применения средств вычислительной техники и численных методов. Для этих целей в ВИМ введены численные характеристики  $\{F(\delta_i)\}_\eta$ . Их получают как совокупность значений функции  $F(\delta)$  в узлах  $\delta_i = 1, 2, \dots, \eta$ .

В результате была получена передаточная функция, учитывающая запаздывание в виде:

$$W_H(p) = \frac{1,96}{24,451p + 1} \cdot e^{-24t}$$

### Заключение

В результате эксперимента разработана схема, позволяющая определять коэффициенты передаточной функции температуры нагрева экструдера по эксперименту с использованием вещественного интерполяционного метода.

### Список литературы

1. Раувендааль Крис Экструзия полимеров: пер. с англ. / К. Раувендааль; П. Дж. Грэмман; Б. А. Дэвис; Т. А. Освальд, - СПб.: Профессия, 2006, - 768 с.; ил., - Hanser, - Библиогр.: с, 751-754, - Алфавитно-предметный указатель: с, 755-762., - ISBN 5-93913-102-6.
2. Пупков К.А., Егупов Н.Д., Методы классической и современной теории автоматического управления, Синтез регуляторов систем автоматического управления, Том 3.
3. А.С. Алексеев, А.А. Антропов, В.И. Гончаров, С.В. Замятин, В.А. Рудницкий; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 219с.